



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108471999 B

(45)授权公告日 2019.07.02

(21)申请号 201780007626.7

(22)申请日 2017.12.21

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108471999 A

(43)申请公布日 2018.08.31

(30)优先权数据
16206673.2 2016.12.23 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.07.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/083965 2017.12.21

(87)PCT国际申请的公布数据
W02018/115215 EN 2018.06.28

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 R·普罗克绍

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 王英 刘炳胜

(51)Int.Cl.
A61B 6/00(2006.01)

审查员 王金晶

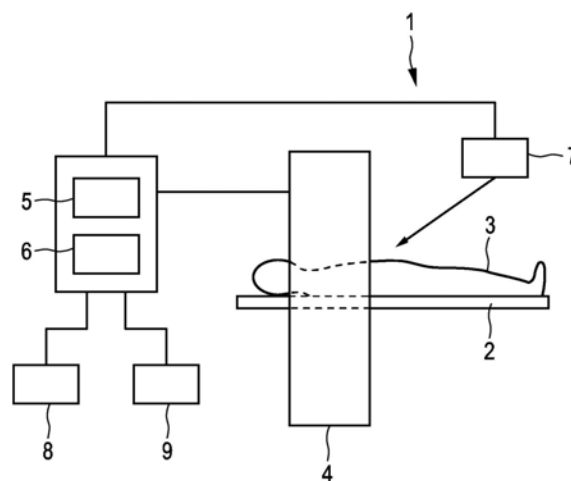
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

用于帮助评估对象的肺的状态的系统

(57)摘要

本发明涉及用于辅助评估对象的肺的状态的系统(1)。所述系统适于处理暗场图像,所述暗场图像包括针对不同空间位置和针对不同呼吸状态值的暗场值,使得通过相对于呼吸状态值区分所提供的暗场图像来生成差分图像。该差分可以得到功能图像,所述功能图像可以用于探测可能由肺部疾病引起的空气-软组织界面的变化,具有高的灵敏度。这允许改进辅助评估对象的肺的状态。



1. 一种用于辅助评估对象的肺的状态的系统,所述系统包括:
 - 暗场图像提供单元(4、5、7),其用于提供所述肺的暗场图像,其中,所提供的暗场图像包括针对不同空间位置和针对指示所述肺的呼吸状态的不同呼吸状态值的暗场值,
 - 图像处理单元(6),其用于处理所提供的暗场图像,其中,所述图像处理单元(6)适于通过关于呼吸状态值来对所提供的暗场图像进行差分来确定差分图像。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述暗场图像提供单元(4、5、7)适于提供所述暗场图像,使得针对不同呼吸状态值提供所述暗场值,所述不同呼吸状态值取决于当前肺容量与参考肺容量之间的差异。
3. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述参考肺容量是针对最大吸气或最大呼气的肺容量。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述暗场图像提供单元(4、5、7)适于提供所述暗场图像,使得针对不同呼吸状态值提供所述暗场值,所述不同呼吸状态值取决于绝对肺容量。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述暗场图像提供单元(4、5、7)适于提供所述暗场图像,使得针对不同呼吸状态值提供所述暗场值,所述不同呼吸状态值取决于呼吸周期内的时间。
6. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述图像处理单元(6)还适于在所述呼吸状态值上和/或所述空间位置上对所述差分图像的绝对图像值进行积分。
7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述图像处理单元(6)还适于在确定所述差分图像之前将运动校正算法应用于所提供的暗场图像。
8. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述运动校正算法是弹性运动校正算法。
9. 一种用于辅助评估对象的肺的状态的方法,所述方法包括:
 - 由暗场图像提供单元(4、5、7)提供所述肺的暗场图像,其中,所提供的暗场图像包括针对不同空间位置和针对指示所述肺的呼吸状态的不同呼吸状态值的暗场值,
 - 由图像处理单元(6)处理所提供的暗场图像,其中,所述图像处理单元(6)适于通过关于所述呼吸状态值对所提供的暗场图像进行差分来确定差分图像。
10. 一种用于辅助评估对象的肺的状态的装置,所述装置包括:
 - 用于由暗场图像提供单元(4、5、7)提供所述肺的暗场图像的单元,其中,所提供的暗场图像包括针对不同空间位置和针对指示所述肺的呼吸状态的不同呼吸状态值的暗场值,
 - 用于由图像处理单元(6)处理所提供的暗场图像的单元,其中,所述图像处理单元(6)适于通过关于所述呼吸状态值对所提供的暗场图像进行差分来确定差分图像。
11. 一种存储用于辅助评估对象的肺的状态的计算机程序的非暂态计算机可读介质,所述计算机程序包括程序代码模块,所述程序代码模块用于在所述计算机程序在根据权利要求1所述的系统上运行时使所述系统执行根据权利要求9所述的方法。

用于帮助评估对象的肺的状态的系统

技术领域

[0001] 本发明涉及用于辅助评估对象的肺的状态的系统、方法和计算机程序。

背景技术

[0002] 用于辅助评估对象的肺的状态的系统例如是吸收计算机断层摄影成像系统。吸收计算机断层摄影成像系统包括X射线源和X射线探测器,其可围绕要被成像对象的肺旋转,使得由X射线源生成的X射线在不同方向上穿过肺。X射线探测器探测在穿过肺之后的X射线并基于探测到的X射线来生成投影数据,其中,重建单元基于所生成的投影数据来重建吸收计算机断层摄影图像。

[0003] 在吸收计算机断层摄影图像中,空气-软组织界面不能很好地探测,从而降低了吸收计算机断层摄影图像针对帮助评估对象的肺的状态的可用性。

发明内容

[0004] 本发明的一个目的是提供一种系统、方法和计算机程序,其允许改进辅助评估对象的肺的状态。

[0005] 在本发明的第一方面中,提出了一种用于辅助评估对象肺的状态的系统,其中,所述系统包括:

[0006] -暗场图像提供单元,其用于提供肺的暗场图像,其中,所提供的暗场图像包括针对不同空间位置和针对指示肺的呼吸状态的不同呼吸状态值的暗场值,

[0007] -图像处理单元,其用于处理所提供的暗场图像,其中,所述图像处理单元适于通过关于呼吸状态值来对所提供的暗场图像进行差分来确定差分图像。

[0008] 在暗场图像中,肺部,特别是肺泡的空气-软组织界面可以很好地探测到。通过关于所述呼吸状态值来对所述该暗场图像进行差分,可以提供功能图像,其可以用于探测可能由肺部疾病引起的空气-软组织界面的变化,具有高的灵敏度。这允许改进辅助评估对象的肺的状态。

[0009] 暗场图像提供单元可以是存储暗场图像的存储单元,以便允许暗场图像提供单元提供暗场图像。暗场图像提供单元也可以是用于从适于生成暗场图像的成像系统接收暗场图像的接收单元。所述暗场图像提供单元也可以是成像系统本身。所述成像系统可以适于生成投影图像和/或计算机断层摄影图像作为暗场图像。

[0010] 在一个实施例中,所述暗场图像提供单元适于提供暗场图像,使得针对不同呼吸状态值提供暗场值,所述不同呼吸状态值取决于当前肺容量与参考肺容量之间的差异。例如,参考肺容量可以是针对最大吸气或最大呼气的肺容量。也可能的是,所述暗场图像提供单元还可以适于提供暗场图像,使得针对不同的呼吸状态值提供暗场值,所述不同的呼吸状态值取决于绝对肺容量。此外,暗场图像提供单元可以适于提供暗场图像,使得针对取决于呼吸周期内的时间的不同呼吸状态值提供暗场值。如果关于这些类型的呼吸状态值对暗场图像进行差分,则可以进一步改进用于探测空气-软组织界面的变化的差分图像的可用

性并因此辅助评估对象的肺的状态。

[0011] 所述图像处理单元可以适于在呼吸状态值上和/或空间位置上对差分图像的绝对图像值进行积分。例如,该积分可以分别在整体呼吸状态值或整体空间位置上执行,或者分别在感兴趣的空间区域上或在呼吸状态值的感兴趣区域上执行。对呼吸状态值的积分产生积分图像。积分结果允许进一步改进辅助评估对象的肺的状态。应当注意,表述“A和/或B”优选地包括以下选项a)有A没有B,b)有B没有A,以及c)A和B。

[0012] 优选地,图像处理单元还适于在确定差分图像之前将运动校正算法应用于所提供的暗场图像,其中,所述运动校正算法优选地是弹性运动校正算法。通过在确定差分图像之前校正所提供的暗场图像中的运动伪影,可以进一步改进差分图像的质量,从而允许在评估对象的肺的状态中的进一步改进的辅助。

[0013] 在本发明的另一方面中,提出了一种用于辅助评估对象肺的状态的方法,其中,所述方法包括:

[0014] -由暗场图像提供单元来提供肺的暗场图像,其中,所提供的暗场图像包括针对不同空间位置和针对指示肺的呼吸状态的不同呼吸状态值的暗场值,

[0015] -由图像处理单元处理所提供的暗场图像,其中,所述图像处理单元适于通过关于所述呼吸状态值来对所提供的暗场图像进行差分来确定差分图像。

[0016] 在本发明的另一方面中,提出了一种用于辅助评估对象的肺的状态的计算机程序,其中,所述计算机程序包括程序代码模块,所述程序代码模块用于在所述计算机程序在根据权利要求1所述的系统上运行时使所述系统执行根据权利要求9所述的方法。

[0017] 应当理解,根据权利要求1所述的系统,根据权利要求9所述的方法和根据权利要求10的计算机程序具有相似和/或相同的优选实施例,特别是如从属权利要求中所限定的。

[0018] 应该理解,本发明的优选实施例也可以是从属权利要求或以上实施例与各自的独立权利要求的任何组合。

[0019] 本发明的这些和其他方面将根据下文描述的实施例变得显而易见,并且将参考下文描述的实施例得以阐述。

附图说明

[0020] 在以下附图中:

[0021] 图1示意性和示例性地示出了用于辅助评估对象的肺的状态的系统的实施例,并且

[0022] 图2示出了示例性地图示用于辅助评估对象的肺的状态的方法的流程图。

具体实施方式

[0023] 图1示意性和示例性地示出了用于辅助评估对象的肺的状态的系统的实施例。系统1包括用于在不同采集方向采集暗场投影数据的采集设备4。为了采集暗场投影数据,可以使用公知的技术,其采用基于光栅的X射线相位干涉仪,如在以下文章中所公开的技术: A.Yaroshenko等人的“Grating-based X-ray dark-field imaging:a new paradigm in radiography”Current Radiology Reports,2:57 (2014),在此通过引用将其并入。

[0024] 系统1还包括呼吸状态确定单元7,用于确定躺在诸如患者台的支撑器件2上的对

象3的呼吸状态。采集设备4适于采集对象3的肺的暗场投影数据,其中,同时地,由呼吸状态确定单元7确定指示对象3的相应呼吸状态的呼吸状态值,使得所采集的暗场投影数据可被分配给呼吸状态,即分配给呼吸状态值。呼吸状态确定单元7可以使用胸带或其他器件来确定相应的呼吸状态。呼吸状态值可以是,例如,呼吸周期内的时间,它们可以是指示绝对肺容量的值,或者它们可以取决于当前肺容量和参考肺容量之间的差异,其可能是针对最大吸气或最大呼气的肺容量。

[0025] 系统1还包括重建单元5,用于基于所采集的暗场投影数据和呼吸状态值来重建肺的暗场计算机断层摄影图像,使得针对不同的呼吸状态,重建肺的相应暗场计算机断层摄影图像。肺的重建的暗场图像可以被视作具有两个或三个空间维度以及指示相应呼吸状态的另一维度的图像。由于采集设备4、呼吸状态确定单元7和重建单元5适于生成并且因此提供肺的暗场图像,因此这些分量可被视为暗场图像提供单元的组成部分。

[0026] 系统1还包括图像处理单元6,图像处理单元6适于将运动校正算法应用于所提供的暗场图像,其中,在该实施例中,所述运动校正算法是弹性运动校正算法。特别地,针对不同呼吸状态值的暗场值,即针对各个呼吸状态的对应空间图像,可以彼此弹性配准,以便确定指示肺组织的运动的配准变换。然后,该配准变换,即确定的运动,可用于校正所提供的暗场图像中的运动伪影。任选地,从诸如肺活量计的传感器获得的指示肺的运动的额外的运动信息也用于校正运动伪影。例如,可以使用下文中公开的运动校正技术:G.Christnsna在Medical Physics,第34卷,第6号(2007年)中的“Tracking lung tissue motion and expansion/compression with inverse consistent image registration and spirometry”,在此通过引用将其并入。

[0027] 所述图像处理单元6还适于通过关于呼吸状态值来对所提供的暗场图像进行差分来确定差分图像。该差分可以通过以下公式来描述:

$$[0028] \quad L(\bar{x}, b) = \frac{\partial g(\bar{x}, b)}{\partial b} \quad (1)$$

[0029] 其中, $g(\bar{x}, b)$ 表示针对不同空间位置 \bar{x} 并针对不同呼吸状态值 b 的暗场图像的暗场值,并且其中, $L(\bar{x}, b)$ 表示针对不同空间位置 \bar{x} 和针对不同呼吸状态值 b 的差分图像的图像值。

[0030] 系统1还包括输入单元8,用于允许用户向系统1提供输入,例如用于启动或停止用于生成暗场图像、确定差分图像等的流程的命令。此外,系统1包括显示单元9,用于显示差分图像和所提供的暗场图像。特别地,显示单元9可以显示肺结构针对参考状态 b_{ref} 的变化空间分布 $L(\bar{x}, b_{\text{ref}})$, 即其可以示出图示肺结构针对参考状态的空间变化分布的图 b_{ref} , 其在区分活动和非活动肺区域中可能是有用的。此外,显示单元9可以显示针对参考空间位置 \bar{x}_{ref} 的功能 $L(\bar{x}_{\text{ref}}, b)$, 其图示参考位置处的时间肺结构变化 \bar{x}_{ref} 。参考位置 \bar{x}_{ref} 和参考呼吸状态值 b_{ref} 可以由用户经由输入单元8选择。

[0031] 暗场投影数据和重建的暗场计算机断层摄影图像提供关于低于已知衰减投影数据和已知吸收计算机断层摄影图像的空间分辨率的组织微结构的信息。这为肺成像提供了有价值的信息,其中,肺泡的空气-软组织界面生成强的暗场特征。可以高灵敏度地探测例如由肺病引起的该结构相对于健康组织的变化。特别是,可以探测慢性阻塞性肺病(COPD)、

肺炎和/或肺纤维化。

[0032] 肺的呼吸状态影响肺的微观结构,从而引起暗场信号对呼吸状态的依赖性。上面参考图1描述的系统1利用该暗场对呼吸状态的依赖性,以便获得功能性肺信息,其中,基于暗场值 $g(\bar{x}, b)$,其也可以认为是局部暗场值,来确定功能性肺组织参数 $L(\bar{x}, b)$,其中,该参数 $L(\bar{x}, b)$ 也可以被认为是定义差分肺结构变化的量。局部值 $L(\bar{x}, b)$ 指示呼吸时肺中的微观结构的变化。

[0033] 图像处理单元6可以适于通过在呼吸状态值上对差分图像的绝对图像值进行积分来生成积分图像。因此,例如,积分图像 $I(\bar{x})$ 可以根据以下公式来生成:

$$[0034] \quad I(\bar{x}) = \int \|L(\bar{x}, b)\| db \quad (2)$$

[0035] 在该图像中,与其他肺部区域相比,不积极地贡献于呼吸的肺的区域可以显示小的值,使得积分图像 $I(\bar{x})$ 非常适用于辅助评估肺部状态。也可能的是,通过根据以下公式来在空间位置上进行积分来生成依赖呼吸状态的积分值 $I(b)$:

$$[0036] \quad I(b) = \int \|L(\bar{x}, b)\| d\bar{x} \quad (3)$$

[0037] 可以在所有空间位置上或仅在感兴趣的空间区域上执行该积分。在后一种情况下,结果可以指示呼吸时感兴趣区域的微观结构变化。

[0038] 暗场图像提供单元4、5、7可以适于针对 b 的集合来确定暗场图像 $g(\bar{x}, b)$,并且根据以下公式从该离散的集合来数值地确定差分图像:

$$[0039] \quad L(\bar{x}, b) \approx \frac{\Delta g(\bar{x}, b)}{\Delta b} \quad (4)$$

[0040] 其中, $\Delta g(\bar{x}, b)$ 表示 $a)$ 针对呼吸状态值 b 的空间位置 \bar{x} 处的暗场值与 $b)$ 针对相邻的呼吸状态在空间位置 \bar{x} 处的暗场值之间的差异。相应地, Δb 表示呼吸状态 b 与相邻的呼吸状态之间的差异。由于肺组织在呼吸期间将变形,因此在如上所述的该计算之前优选地应用运动校正。

[0041] 呼吸状态值可以根据以下公式来定义:

$$[0042] \quad b = \frac{V - V_{ex}}{V_{in} - V_{ex}} \quad (5)$$

[0043] 其中, V 表示指示肺的当前体积的值, V_{ex} 表示指示针对最大呼气的肺容量的值,并且其中, V_{in} 表示指示针对最大吸气的肺容量的值。变量 b 也可以用另一种方式定义,以指示例如绝对肺容量或呼吸周期内的时间。

[0044] 图2示出了示例性地图示用于辅助评估对象的肺的状态的方法的实施例的流程图。

[0045] 在步骤101中,由暗场图像提供单元4、5、7提供肺的暗场图像,其中,所提供的暗场图像包括针对不同空间位置的暗场值和用于指示肺的呼吸状态的不同呼吸状态值。在步骤102中,将运动校正算法应用于所提供的暗场图像。特别地,将弹性运动校正算法应用于所提供的暗场图像。在步骤103中,通过由图像处理单元6对提供的暗场图像相对于呼吸状态值进行差分来确定差分图像。在步骤104中,在显示单元9上显示差分图像。

[0046] 尽管在上述实施例中,所提供的暗场图像是计算机断层摄影图像,但是所提供的暗场图像也可以是投影图像,其中,在这种情况下,暗场投影图像相对于呼吸状态值而被差分,以确定差分肺结构变化 $L(\bar{x}, b)$ 。此外,尽管在上述实施例中,暗场计算机断层摄影图像已经基于暗场投影图像被重建,但暗场计算机断层摄影图像也可以根据基于X射线的相位干涉仪获得的原始数据直接重建,即没有生成中间暗场投影图像。关于相应的已知暗场技术的更多细节,参考A.Yaroshenko等人的上述文章。

[0047] 本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求书,在实践请求保护的本发明时能够理解并且实现对所公开的实施例的其他变型。

[0048] 在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,并且词语“一”或“一个”不排除多个。

[0049] 单个单元或装置可以完成权利要求中列举的几项的功能。尽管在互不相同的从属权利要求中记载了特定措施,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的集合。

[0050] 由一个或若干单元或设备执行的诸如计算机断层摄影图像的重建、差分图像的确定、运动校正等的操作可以由任何其他数量的单元或设备执行。根据用于辅助评估对象的肺的状态的方法的对用于帮助评估对象的肺的状态的系统的这些操作和/或控制,可以实现为计算机程序的程序代码模块和/或专用硬件。

[0051] 计算机程序可以存储/分布在适合的介质上,例如与其他硬件一起被提供或作为其他硬件的部分被提供的光学存储介质或固态介质,但是计算机程序也可以以其他形式分布,例如经由因特网或其他的有线或无线的电信系统分布。

[0052] 权利要求书中的任何附图标记均不应被解释为对范围的限制。

[0053] 本发明涉及用于辅助评估对象的肺的状态的系统。所述系统适于处理暗场图像,所述暗场图像包括针对不同空间位置和针对不同呼吸状态值的暗场值,使得通过相对于呼吸状态值区分所提供的暗场图像来生成差分图像。该差分可以得到功能图像,所述功能图像可以用于探测可能由肺部疾病引起的空气-软组织界面的变化,具有高的灵敏度。这允许改进辅助评估对象的肺的状态。

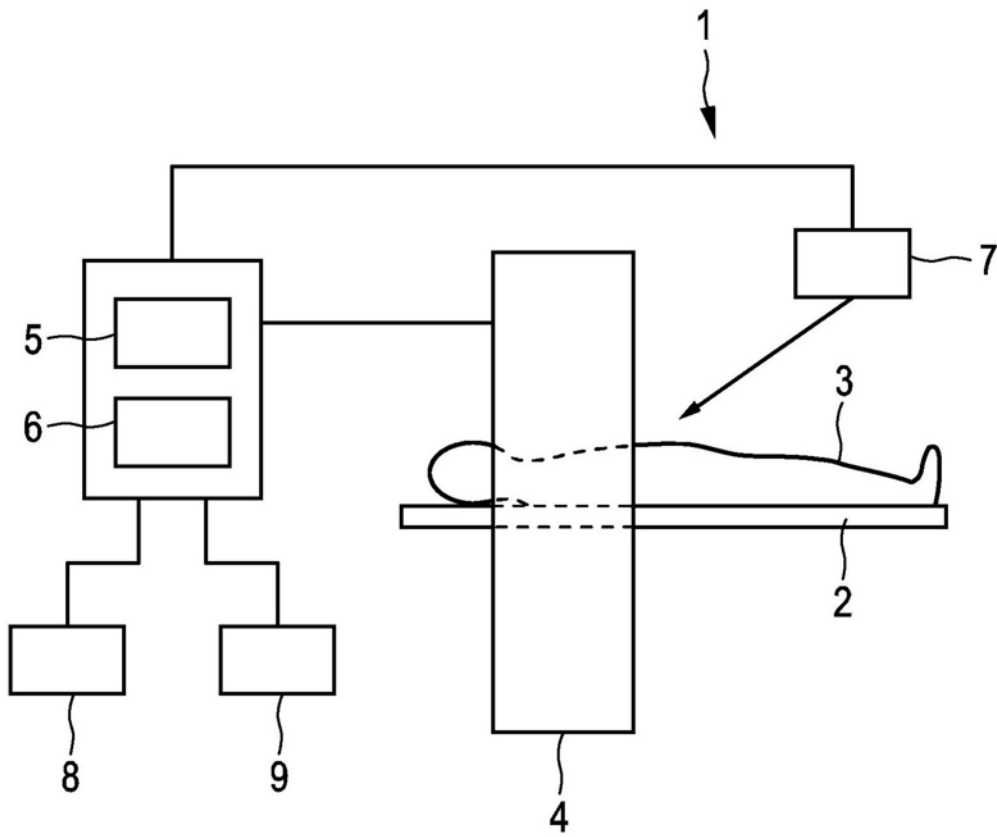


图1

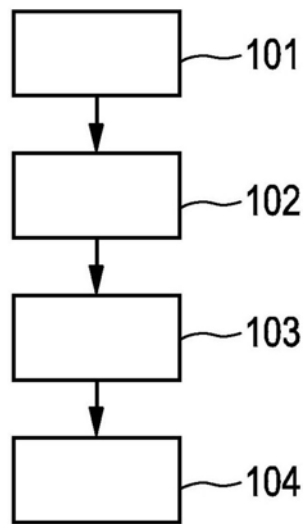


图2